



## KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020030086056 A  
 (43)Date of publication of application: 07.11.2003

(21)Application number: 1020020024415  
 (22)Date of filing: 03.05.2002

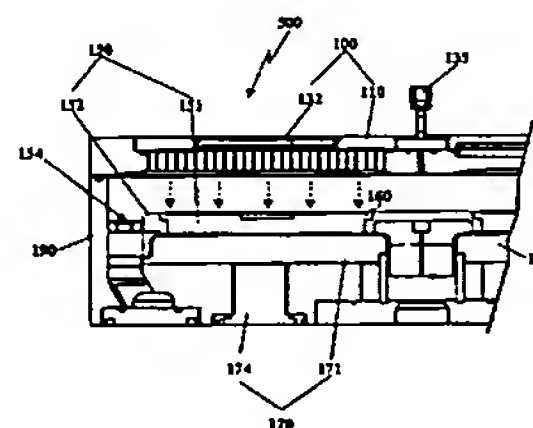
(71)Applicant: MOOHAN CO., LTD.  
 (72)Inventor: CHO, BYEONG HA  
 CHOI, GANG JUN  
 KIM, JEONG SU  
 KIM, YONG IL  
 LEE, WON HYEONG  
 SHIN, CHEOL HO  
 SIM, SANG TAE

(51)Int. Cl. H01L 21 /203

(54) ATOMIC LAYER DEPOSITION(ALD) APPARATUS AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: An ALD(Atomic Layer Deposition) apparatus and method for manufacturing a semiconductor device are provided to be capable of securing process stability by simultaneously supplying all kinds of reaction gases into a reactor. CONSTITUTION: An ALD apparatus is provided with a housing having a reaction chamber and a rotary disc part(170) installed inside the housing for transferring a plurality of susceptors(151). At this time, a wafer is loaded on the susceptor. The ALD apparatus further includes a gas supply part(100) located at the upper portion of the rotary disc part for supplying gas into the reaction chamber, a gas exhaust part(154) formed around the rotary disc part, and a remote plasma generator connected to the gas supply part. At this time, a plurality of reaction gas jet parts and inert gas jet parts are alternately installed at the gas supply part.



copyright KIPO 2004

## Legal Status

Date of request for an examination (20020503)  
 Notification date of refusal decision (00000000)  
 Final disposal of an application (registration)  
 Date of final disposal of an application (20050117)  
 Patent registration number (1004762990000)  
 Date of registration (20050303)  
 Number of opposition against the grant of a patent ( )  
 Date of opposition against the grant of a patent (00000000)  
 Number of trial against decision to refuse ( )  
 Date of requesting trial against decision to refuse ( )

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) . Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/203

(45) 공고일자 2005년03월16일  
(11) 등록번호 10-0476299  
(24) 등록일자 2005년03월03일

(21) 출원번호	10-2002-0024415	(65) 공개번호	10-2003-0086056
(22) 출원일자	2002년05월03일	(43) 공개일자	2003년11월07일

(73) 특허권자 주식회사 무한  
충청남도 천안시 차암동 산 5-1

(72) 발명자 심상태  
충청북도청주시상당구내덕동82-37그린타운4동203호

김용일  
충청남도천안시쌍용동1547월봉일성아파트504-701

신철호  
충청남도천안시쌍용동월봉벽산태영아파트103-1504

조병하  
대전광역시대덕구읍내동54현대아파트108-101

최강준  
충청남도천안시두정동525-1대우아파트105-2303

이원형  
충청남도천안시신부동85대아아파트103-1104

김정수  
충청남도천안시신부동85대아아파트104-1409

(74) 대리인 이후동  
신경호

심사관 : 이윤직

(54) 반도체 소자 제조용 원자층 증착장치 및 원자층 증착 방법

요약

본 발명은 표면에 화학흡착이 이루어지면서 박막의 성장이 이루어지게 하는 원자층 증착반응을 이용한 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치 및 증착방법에 관한 것으로, 특히 반응기체 분사장치가 고정된 위치에서 반응기체를 연속적으로 분사하는 가운데 웨이퍼가 안착된 웨이퍼 서셉터가 회전함으로써 원자층 형성공정이 이루어지는 원자층 증착방법이며, 원자층 증착 장치는 증착반응이 이루어지도록 내부에 반응실을 형성하는 하우징과, 상기 하우징 내부에 설치되어 웨이퍼가 수용된 다수의 서셉터를 상부에 안착시켜 이동시키는 회전 디스크부와, 상기 회전디스크부의 상부에 위치하며 다수의 반응기체 분사기와 불활성 기체 분사기가 교번적으로 설치되어 웨이퍼가 수용된 상기 반응실내로 기체를 공급하는기체 공급부와, 상기 기체 공급부에 연결된 원격 플라즈마 발생기 및 상기 회전 디스크부의 주위로 형성된 기체 배출부로 이루어지며, 원자층 증착을 이루고자 하는 웨이퍼를 회전시키는 가운데 반응기체로 모든 반응기체를 동시에 공급함으로써 공정의 안정성을 확보할 수 있고, 각각의 기체를 불활성 기체로 분리시킨 후 배기가 어려운 여분의 반응 기체까지 신속하게 배기할 수 있으며, 빈번한 밸브 동작이 필요치 않도록 하여 장비의 내구 수명을 증가시킬 수 있다.

대표도

도 3

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 웨이퍼상에 원자층 박막을 형성하는 공정단계를 도시한 단면도,

도 2는 원자층 박막을 형성하기 위해 일반적으로 사용되는 종래의 밸브 제어장치의 일 예를 도시한 개략적인 단면도,

도 3은 본 발명에 따른 원자층 증착 장치의 부분 단면도,

도 4는 본 발명에 따른 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치의 분리 사시도,

도 5는 본 발명의 기체 공급부의 분리 사시도,

도 6은 상기 도 5에 도시된 기체 공급부의 평면도,

도 7은 본 발명에 따른 단위 기체 분사기의 사시도,

도 8a는 상기 도 7의 A-A선에 따른 단면도,

도 8b는 상기 도 7의 B-B선에 따른 단면도,

도 9는 본 발명의 웨이퍼 서셉터가 놓이는 회전 디스크부의 평면도임.

도 10은 본 발명의 원자층 박막을 형성 공정단계에 따른 회전디스크부의 평면도임.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

11: 제1 반응기체 13: 제2 반응기체

21, 23: 가스 공급라인 25, 27: 제어밸브

100: 기체 공급부 110: 상부패널

130: 분사장치(다수의 분사기) 151: 웨이퍼 서셉터

154: 기체 배출부 160: 웨이퍼

170: 회전 디스크부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치 및 원자층 증착방법에 관한 것으로, 특히 기존의 원자층 증착 장치가 가지고 있는 낮은 생산성을 개선하고, 반응기 내로 보다 균일한 기체를 일정하게 공급함으로써 증착된 박막의 물성을 개선할 수 있는 원자층 증착 장치 및 증착방법에 관한 것이다.

일반적으로 원자층 증착 방법은 기판(웨이퍼)에 각각의 반응물을 분리 주입하여 반응물(reactant)의 표면 포화에 의해 반응 사이클의 수에 비례하여 박막이 형성되도록 하는 방법이다. 이러한 원자층 증착 반응은 반응기체가 기상반응에 의하여 박막이 증착되는 화학기상증착(Cheical Vapor Deposition; CVD) 법과 달리 하나의 반응기체가 박막이 증착되는 기판 위에 화학흡착된 후, 제2 또는 제3의 기체가 들어와 기판 위에서 다시 화학흡착이 일어나면서 박막이 형성되도록 하는 방법이다.

상기 원자층 증착법에 의한 박막증착 과정 및 원리에 대해 도 1을 참조하여 설명하기로 한다.

도 1은 웨이퍼상에 원자층 박막을 형성하기 위한 공정단계를 도시한 단면도이다.

먼저, 준비되어진 하부기관(10) 상부에 제1 반응기체(11)를 공급한다. 이때 상기 제1 반응기체(11)는 기관(10) 상부의 표면과 반응을 하여 화학 흡착하게 된다.(도 1a, 1b 참조)

제1 반응기체(11)와 기관(10) 상부 표면간의 반응이 포화상태를 이루게 되면, 과잉의 제1 반응기체(11)는 더 이상 반응을 하지 않게 된다. 이 상태에서 불활성기체를 사용하여 과잉의 상기 제1 반응기체(11)를 반응기의 외부로 빠져나가게 하여 제거한다.(도 1c 참조)

반응기 내부에 제1 반응기체(11)가 제거되어지면, 제2 반응기체(13)가 기관(10)의 상부에 공급되어지며, 공급된 제2 반응기체(13)는 상부 표면과 반응하여 화학 흡착하게 된다.(도 1d 참조)

제2 반응기체(13)와 기관 표면간의 반응이 포화상태를 이루게 되면, 과잉의 제2 반응기체(13)는 더 이상 반응을 하지 않게 된다. 이 상태에서 다시 불활성 기체를 사용하여 과잉의 제2 반응기체(13)를 반응기의 외부로 제거한다.(도 1e 참조)

상기 도 1a 에서부터 도 1e 까지의 과정이 하나의 사이클을 형성하며, 이러한 사이클을 반복함에 따라 원하는 두께의 원자층 박막을 성장시킬 수 있게 된다.

한편, 상기와 같이 기관 상부로 공급되어 기관의 표면과 상호 반응하여 화학 흡착이 이루어지는 반응기체를 교번적으로 공급하기 위한 방법으로 가장 많이 사용되어지는 방법이 밸브 제어 장치를 사용하는 방법이다.

도 2 는 원자층 박막을 형성하기 위해 일반적으로 사용되는 종래의 밸브 제어장치의 일예를 도시한 개략적인 단면도이다.

먼저, 제1 반응기체가 공급되기 위해서는 제1 반응기체의 가스라인(21)에 설치되어 있는 제1 밸브(25)가 열려져야 한다. 이때 제2 반응기체의 가스라인(23)에 설치되어 있는 제2 밸브(27)는 닫혀져 있어 제2 반응기체가 공급되지 않도록 한다.

다음, 제2 반응기체가 공급되어지기 위해서, 상기의 경우와 반대로 제2 반응기체의 가스라인(23)에 설치되어 있는 제2 밸브(27)가 열리게 되고, 제1 반응기체 라인(21)에 설치되어 있는 제1 밸브(25)는 닫히게 된다.

원자층 증착반응이 반응기 내에서 안정적으로 유지되기 위해서는 반응 기체들이 서로 혼합하지 못하도록 분리되어야 하는데, 상기와 같이 종래의 기체 공급 장치에 있어서는, 각각의 반응기체를 시간차이를 두어 반응기내로 분사하고, 이후 반응기내에 잔류하는 여분의 반응기체를 제거하기 위하여 반응성이 없는 불활성 기체를 별도로 분사하거나 또는 장시간의 배기 과정을 거치는 방법을 사용해오고 있다.

반응기체를 반응기내로 공급하는 방법으로 다수의 밸브를 복잡한 여러 과정을 통하여 공급하는 방식이 일반적으로 사용되어지고 있는데, 이러한 방법은 밸브의 잦은 동작으로 밸브의 수명을 급격히 단축시킬 수 있으며, 또한 반응기내로 공급되어지는 각각의 반응기체의 양과 불활성 기체의 공급 양이 달라 반응기 내의 압력이 수시로 변화하여 공정의 안정성이 감소하는 단점을 지니고 있다.

즉, 상기 밸브의 복잡성과 빈번한 동작은 밸브의 수명을 단축시키는 것과 함께 장비의 유지보수 비용을 증가시키며, 장비보수에 따른 장비의 셧다운(Shot down) 시간을 증가시키는 문제점을 안고있다.

종래의 원자층 증착 장치에 있어서, 반응기체를 공급하는 공급장치는 박막이 증착되는 기관 위에 반응기체를 분사하는 샤워헤드(Showerhead) 형태와 반응기의 한쪽 면(반응기의 옆 또는 위)에 있는 주입구에서 반응 기체를 공급한 후 배기구를 통하여 배출하는 형태를 지니고 있다.

또한, 종래의 원자층 증착장치는 CVD 장치에 비하여 낮은 생산성을 갖는데, 이를 극복하기 위한 방법으로는 다수의 웨이퍼를 동시에 가공하는 방법과 공정시간을 단축시키는 방법이 있으며, 특히 공정시간은 밸브의 동작속도에 의하여 제한을 받게되고, 얼마나 빠르게 여분의 반응기체를 배기시킬 수 있는가에 영향을 받게 된다. 배기가 불량한 반응기체를 사용할 경우에는 공정 시간이 증가하면서 생산성이 감소하게 된다.

또한 종래의 원자층 증착 장치에 있어서, 반응물의 종류가 증가하게 될 경우 반응물을 반응기 안으로 공급하기 위하여 아주 복잡한 가스 공급 라인과, 이를 조절하기 위한 다수의 밸브가 설치되어야 하는데, 이는 많은 비용의 증가, 설치 공간확보의 문제점 및 반응기체 공급을 조절하기 위한 하드웨어와 소프트웨어의 용량 증가의 문제점을 발생시키게 된다.

한편, 원자층 증착 반응은 표면에 화학흡착이 이루어지면서 박막의 성장이 이루어지는 반응인데,  $\text{SiO}_2$  박막 증착을 위한 공정, 예컨데, 저온 공정의 경우 반응기 내에서 미반응 반응물질이 잘 제거되지 않게 된다. 이 경우 장시간의 불활성기체를 이용한 퍼지(purge) 또는 펄핑 공정을 실시해야 하므로 이에 따른 제조공정상의 비용이 증가하게 되고, 나아가 반응기 내부와 웨이퍼 표면에 다량의 반응기체가 남게되어 웨이퍼 상단에 증착되는 박막 특성이 저하되고, 입자로 인한 오염이 발생하는 등의 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명은 반응기내로 모든 반응기체를 동시에 공급함으로 반응기 내의 압력 변화가 없어 공정의 안정성을 확보할 수 있으며, 각각의 기체를 불활성 기체로 분



리시킨 후 배기가 어려운 여분의 반응 기체까지 신속하게 배기할 수 있고, 빈번한 밸브 동작이 필요치 않도록 하여 장비의 내구 수명을 증가시킬 수 있는 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치 및 증착방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 원자층 증착 장치는 증착반응이 이루어지도록 내부에 반응실을 형성하는 하우징과, 상기 하우징 내부에 설치되어 웨이퍼가 수용된 다수의 서셉터를 상부에 안착시켜 이동시키는 회전 디스크부와, 상기 회전디스크부의 상부에 위치하며 다수의 반응기체 분사기와 불활성 기체 분사기가 교번적으로 설치되어 웨이퍼가 수용된 상기 반응실내로 기체를 공급하는 부위로서, 상기 각 기체 분사기는 웨이퍼의 크기에 맞추어 일정한 길이를 가진 막대형의 부재로 형성되며, 길이 방향을 따라 기체가 분사되는 공간인 분사홈이 형성된 구조의 기체 공급부와, 상기 회전 디스크부의 주위로 형성된 기체 배출부 및 상기 기체 공급부에 연결된 원격 플라즈마 발생기로 이루어진다.

본 발명의 상기 원자층 증착 장치는 다수의 반응기체 분사기와 불활성 기체 분사기가 교번적으로 설치된 기체 공급부의 중앙부에 불활성 기체를 공급하는 분사기가 더 포함하여 잔류하는 반응기체를 제거할 수 있도록 한다.

반응실 내부로 기체를 공급하는 상기 기체 공급부는 반응기체 또는 불활성 기체를 분사하는 다수의 기체 분사기와, 상기 각 기체 분사기를 수용하는 홈이 상부에 형성되어 있고 상기 하우징의 상부에 결합되는 상부 패널로 이루어지며, 상기 상부 패널상에 수용되는 다수의 기체 분사기는 그 하부의 웨이퍼와 대응되는 위치에 설치되게 한다.

상기 기체 공급부의 교번적으로 설치된 기체 분사기는 8개의 구성부재로 형성할 수 있으며, 각 단위 기체 분사기들은 그 중심부를 축으로 서로 대향되게 설치되게 한다.

특히 상기 각 단위 기체 분사기는 웨이퍼의 크기에 맞추어 일정한 길이를 가진 막대형의 부재로 형성하며, 길이 방향을 따라 그 중심부에 기체가 분사되는 공간인 분사홈 및 가장자리를 따라 단위 기체 분사기를 고정하는 고정 나사홈을 형성하여 하우징의 상부에 위치한 상부패널상에 고정시킨다.

한편, 상기 각 단위 분사기에 형성되는 분사홈을 제1 분사홈, 상기 제1 분사홈과 연결되어 분사기 내측 중간부에 형성된 제2 분사홈 그리고 최하단부에 제3 분사홈으로 형성하되, 제2 분사홈을 제1 분사홈의 크기보다 더 크게 형성하여 유입기체의 빠른 속도를 감소시킬 수 있도록 한다.

또한, 상기 본발명의 원자층 증착 장치를 사용하여 원자층 박막을 형성하는 방법은 박막을 증착하고자 하는 다수개의 웨이퍼를 반응실 내부로 이송하여 각 웨이퍼 서셉터에 안착시키는 단계와, 반응실내의 온도를 조절하여 증착공정 온도를 유지하는 단계와, 상기 웨이퍼가 안착된 각 서셉터를 회전시키는 단계와, 반응기체와 불활성 기체를 공급하여 상기 각 웨이퍼의 상부 표면에 박막을 증착하는 단계와, 박막 증착이 완료된 웨이퍼를 외부로 이송시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하고 있다.

나아가, 본 발명의 반도체 소자의 원자층 증착방법은 장치내에 증착되어지는 막을 제거하기 위한 크리닝 공정을 박막 증착후의 단계에서 더 포함하며,

크리닝 소스로는 할로젠화합물, 여러 기체를 사용한 직접 플라즈마, 원격 플라즈마 중 임의의 어느 하나를 사용할 수 있다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치의 적합한 실시예에 대해 상세히 설명하기로 한다.

도 3은 본 발명에 따른 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치의 부분 단면도이고,

도 4는 본 발명에 따른 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치의 사시도이며,

도 5는 본 발명의 원자층 증착 장치중 기체 공급부의 분리 사시도이며,

도 6은 상기 도 5에 도시된 기체 공급부의 평면도이다.

상기 도면을 함께 참조하면, 본 발명의 원자층 증착 장치(500)는 내부에 증착반응을 유도하는 일정 크기의 공간을 확보하는 하우징(190)과, 상기 하우징(190) 내부에 위치하여 웨이퍼(160)가 삽입된 다수의 서셉터(151)를 상부에 안착시켜 회전시키는 회전 디스크부(170)와, 상기 회전디스크부(170)의 상부에 위치하여 기체의 균일 공급을 제공하는 기체 공급부(100)와, 상기 기체 공급부(100)에 연결된 원격 플라즈마 발생기(미도시), 및 상기 회전 디스크부(170)의 주위로 형성된 기체 배출부(154)로 크게 구성된다.

본 발명의 원자층 증착 장치(500)의 상부에 위치한 상기 기체 공급부(100)는 상기 하우징(190)의 상부에 설치되며, 반응기체 또는 불활성 기체를 분사하는 다수의 기체 분사기(131~134)와, 상기 각 기체 분사기(131~134)를 내부에 수용하는 홈이 상부에 형성되어 있는 상부 패널(110)로 이루어진다. 이때 상기 상부 패널(110)상에 수용되는 다수의 기체 분사기(131~134)는 그 하부에 위치하는 웨이퍼(160)의 대응되는 위치에 설치되도록 한다.

상기 기체 분사기(131~134)는 원자충 증착 장치의 상단부에 위치하되, 반응기체와 불활성기체를 분사하는 분사기(131~134)가 상부패널(110)상에 교번적으로 존재하여 각각의 반응기체의 혼합을 방지되도록 하고 있으며, 여분의 반응기체들은 웨이퍼(160)의 상단면에서 효과적으로 제거되도록 하고 있다.

본 실시예에서는 8개의 구성부재로 형성되어 있으며, 각 단위 기체 분사기(131~134) 들은 그 중심부를 축으로 서로 대향되게 설치되어 있다.

도 7 은 상기 단위 분사기의 사시도이다.

상기 도면에 도시된 바와 같이, 한 개의 각 단위 기체 분사기(131~134)는 웨이퍼(160)의 크기에 맞추어 일정한 길이와 폭을 가진 막대형의 부재로 형성되며, 길이 방향을 따라 그 중심부에 기체가 분사되는 공간인 분사홈(131a)이 형성되어 있으며 그 가장자리를 따라 단위 기체 분사기를 고정하는 고정 나사홈(131b)이 형성되어 있다.

도 8a 는 상기 도 7 의 A-A 선에 따른 단면도로서, 반응기체를 분사하는 분사기이고,

도 8b 는 상기 도 7 의 B-B 선에 따른 단면도로서, 불활성기체를 분사하는 분사기이다.

도시된 예의 단위 기체 분사기(131,133)의 중앙부에는 분사홈이 형성되어 있는데, 상부에서 하부로 갈수록 상기 분사홈의 형상이 달라진다. 예컨대 상기 분사홈은 상부의 제1 분사홈(131a, 133a)과 상기 제1 분사홈(131a, 133a)과 연결되어 분사기 내측 중간부에 제2 분사홈(131b, 133b)이, 그리고 최하단부에 제3 분사홈(131c, 133c)이 각각 형성된다.

상기 각 분사기(131~134) 상에 형성되는 분사홈(131a~133c)은 들어오는 기체가 확산되는 공간을 제공하게 된다. 특히 상기 제2 분사홈(131b,133b)의 크기는 다른 분사홈보다 더 큰 형상으로 형성되는데, 이는 외부의 기체가 진공인 반응기 내부로 유입되면서 나타나는 유입기체의 빠른 속도를 감소시킬 수 있기 때문이다.

반응기체가 분사되는 단위 분사기(131)의 저부면은 내부로 굴곡진 형상의 만곡부(131d)를 갖는데, 이는 분사홈을 통해 분사된 반응기체가 웨이퍼(160)의 상부에 보다 오래 머물도록 하여 보다 큰 증착속도를 얻도록 하기 위함이다.

그러나 도 8b 에 도시된 불활성 기체 분사기(133)의 저부면은 굴곡진 형상으로 하지 않고 직선형으로 성형한다.

즉, 상기 불활성 기체 분사기(133)는 분사된 각 반응기체간의 혼합을 막고, 미 반응기체를 제거하기 위하여 불활성기체를 분사하는 것으로, 분사구(133c)가 위치한 반응실의 상부면, 즉 분사기의 저부면(133d)은 그 하부의 위치한 웨이퍼(160)와의 간격을 가능한 좁도록 하기 위해 저부면을 일직선 형태로 형성하고 있는데, 이렇게 함으로써 불활성기체가 공급되는 부분에 잔류하는 미 반응 기체를 더 효과적으로 제거할 수 있는 것과 동시에, 반응기체 간의 혼합을 막을 수 있게 되는 것이다.

또한, 기체 분사기(131,133) 내의 1차 확산 공간(131a, 133a)의 중간에 위치한 2차 확산 공간(131b, 133b)으로 기체가 흐르는 통로가 존재하게 됨으로, 외부의 기체가 진공상태인 반응실 내부로 유입되는 과정에서 나타나는 유입기체의 빠른 속도를 감소시킬 수 있다.

본 발명의 원자충 증착 장치(500)의 상부에 위치한 기체 공급부(100)의 분사기(131~134)에서는 박막 형성에 필요한 각각의 반응기체와 불활성 기체의 일정량이 공급되며, 이러한 일정하고 연속적인 기체의 공급으로 반응실 내부 압력이 상시 일정하게 유지되어 공정의 안정성을 확보할 수 있으며, 종래의 반응 기체가 공급되는 관에 다른 반응기체가 들어와 반응기체 공급관이 오염되는 문제를 원천적으로 해결할 수 있다.

또한, 본 발명의 기체 분사기(131~134)는 외부로부터 주입되는 반응기체를 반응이 이루어지는 반응실 중앙에서부터 반응실의 내부 하우징기의 내부 벽면 부위까지 균일하게 기체를 공급할 수 있는 구조를 가지고 있다. 즉, 도 8a 와 도 8b 에 도시된 바와 같이, 기체 분사홈중 제1 분사홈(131a,133a)에서 외부 주입구(미도시)로부터 유입되는 기체를 확산 홈 전체에 1차 확산을 시킨 후, 분사기(131~134)의 제2 분사홈(131b, 131c)에서 2차 확산을 시켜 유입기체의 분포를 균일하게 만든다.

이와 같이 웨이퍼(160) 전면에 균일하게 공급된 기체는 기존의 박막에 비하여 개선된 물성의 박막을 얻을 수 있게 한다. 아울러, 분사기에 의해 공급되는 소스가스의 소스별 각 분사기가 다른 소스가스 분사기로와 완전히 분리되어 있으므로 파티클 발생을 원천적으로 막을 수 있으며, 원격 플라즈마 발생 장치로부터 여기된 반응기체가 에너지를 잃지 않고, 반응실까지 연속적으로 안정되게 공급됨으로 인하여 반응 온도를 저하시킬 수 있으며, 증착속도를 증가시킬 수 있다.

도 9는 본 발명의 원자충 증착 장치에 있어서, 웨이퍼 서셉터(151)가 놓이는 회전 디스크부(170)의 평면도이다.

본 발명의 회전 디스크부(170)는 상기 기체 공급부(100)의 하부에 위치하며, 웨이퍼(160)를 수용하는 웨이퍼 서셉터(151)를 다수개 상부에 고정시킬 수 있는 구조로 되어 있다. 즉, 상부면에 다수의 웨이퍼 서셉터(151)를 고정시키는 상부디스크(171)와, 상기 상부디스크(171)의 중심부에 위치하여 디스크를 상하이동과 회전운동을 유도하는 디스크 구동부(173)와, 상기 상부디스크(171)의 하부에서 상부디스크(171)를 지지하는 지지대(174)로 구성된다.

상기 회전 디스크부(170)에서의 디스크 회전은 반응기체를 웨이퍼(16) 전면에 고르게 공급하는 역할을 하는 것 뿐 아니라, 기존의 원자충 박막 증착장치에 있어서, 다수의 벨브를 이용한 복잡한 동작에 의하여 조절되는 각종 반응기체의 공급과 반응 후 여분의 기체를 제거하는 과정을 조절하는 역할을 수행하는 것이다.

한편, 본 발명의 기체 배기부(154)는 상기 도 3 및 도 9에 도시되어 있는 바와 같이, 상기 회전 디스크부(170)의 둘레 전체를 따라 형성되어 있으며, 도시된 예에서는 배출가스가 빠져 나가는 배기공(154a)이 일정 간격으로 배열되어 있다.

상기 기체 배기부(154)는 반응기체들의 배출과 반응기체들의 균일한 흐름을 유도하는 역할을 한다.

참고로, 반도체 소자 제조공정에 있어서 사용되는 박막 증착 장치는 웨이퍼 뿐만 아니라 반응실의 내부까지도 박막을 증착시키게 되는데, 이는 이후 웨이퍼상에 생성되는 박막 내부에 이물질이 생성되는 원인이 되어 반도체소자의 불량원인이 된다. 그러나 본 발명에서는 반응기 내부에서 일련의 공정이 연속적으로 이루어지는 인-시튜(In-situ) 공정으로 진행함으로써 상기와 같은 불량발생을 크게 줄일 수 있다.

특히 본 발명에서의 원자층 형성 공정방법으로 실리콘 산화막을 형성하기 위한 실리콘 소스로는 예컨대, HCD(Hexachlorosilane :  $\text{Si}_2\text{Cl}_6$ ), DCS(Dechlorosilane :  $\text{SiCl}_2\text{H}_2$ ), TICS(Tetra isocyanate silane :  $\text{Si}(\text{NCO})_4$ ),  $\text{SiH}_4$ , TEOS(Tetraethylethosilane) 와 같은 물질이 사용되어지며, 산소 소스로는  $\text{H}_2\text{O}$  또는  $\text{O}_3$  가 사용되어진다. 또한 저온에서 박막을 증착하기 위하여 촉매로서 Pyridine 가 사용되어진다.

크리닝 공정도 인-시튜 공정으로 진행하게 되며, 크리닝 소스로는 다양한 할로젠화합물, 여러 기체를 사용한 직접 플라즈마 또는 원격 플라즈마 등을 주로 사용한다.

인-시튜 크리닝 공정 효율을 증가시키기 위하여는 크리닝 소스의 분사가 이루어지는 분사구와 제거하고자 하는 필름간의 거리를 짧게(가깝게) 하는 것이 바람직하다.

본 장치의 시스템에서는 각 소스(반응기체) 분사기에서 항상 일정량의 소스가스를 주입하고, 주입된 각각의 소스가스는 퍼지가스(불활성 기체 가스)로 분리시킴으로 공정의 진행 중에도 시스템 내부의 압력의 변화가 발생하지 않도록 하여 공정의 안정성을 확보할 수 있다.

한편, 본 발명은 배치 타입(batch type) 원자층 증착 장치 시스템이면서 각각의 웨이퍼 표면에 각각의 소스가스를 균일하게 공급할 수 있어 증착두께의 균일도를 향상시킬 수 있으며, 인-시튜 크리닝 공정시에도 시스템 내부에 크리닝 가스를 균일하게 공급할 수 있으므로 시스템 내부 및 내부의 모든 구성물에 대한 크리닝 효과를 상승시킬 수 있다. 특히 간접 플라즈마를 사용할 경우 시스템의 모든 내부에 여기된 크리닝 입자가 고르게 존재하기 때문에 더욱 개선된 인-시튜 크리닝 효과를 얻을 수 있다.

이하, 상기한 본 발명의 원자층 증착장치를 이용하여 웨이퍼상에 원자층 박막을 형성하는 공정에 대해 살펴보기로 한다.

먼저, 박막을 증착하고자 하는 웨이퍼(160)를 반응실 내부로 이송하여 웨이퍼 서셉터(151)에 안착시킨다. 이 후 반응실내의 온도를 조절하여 증착공정 온도를 유지하도록 한다. 다음 웨이퍼(160)가 안착되어 있는 서셉터(151)가 회전 이동하여 최적의 공정 위치로 이동한다. 이후 증착공정에서 반응기체와 불활성 기체를 공급하여 웨이퍼(160)의 상부 표면에 박막을 증착하고, 박막 증착이 완료된 웨이퍼(160)는 외부로 이송하여 제거한다.

이때, 웨이퍼(160)가 상부에 안착되어 있는 상기 서셉터(151)의 회전속도는 5 rpm~200 rpm 의 범위로 하는 것이 바람직하는데, 이는 웨이퍼(160) 상에 증착되는 반응물의 균일한 박막두께를 얻기 위함이다. 즉, 회전속도를 빠르게 하거나 너무 느리게 할 경우 박막증착 속도가 빠르거나 느려져 균일한 박막두께를 얻을 수 없게 되기 때문이다.

또한, 상기의 반응시에 필요한 반응기 내부의 압력은 5mTorr ~ 100 Torr. 로 유지하도록 한다.

도 10은 본 발명의 원자층 박막을 형성 공정단계에 따른 회전디스크부의 평면도이다.

상기 도면을 참조하여 본 발명의 디스크 회전형 원자층 증착장치를 이용하여 웨이퍼상에 기체를 교번적으로 반응되도록 함으로써 원자층 박막을 형성하는 공정에 대해 상세히 설명하기로 한다.

먼저, 회전 디스크(170)에 놓여져 있는 제1 웨이퍼(160a)를 기준으로 하여 반응기체와의 반응을 설명한다.

회전 디스크(170)의 각도가 0도의 위치에서 제1 웨이퍼(160a)는 제 1 반응기체와 반응하게 된다. 이는 제1 반응기체 분사기(131)가 위치한 곳에 제1 웨이퍼(160a)가 위치해 있기 때문이다.(도 10a 참조)

회전 디스크(170)가 각도 0도의 위치에서 시계방향으로 돌아서 45도 위치에 도달하게 되면, 제1 웨이퍼(160a)는 불활성 가스에 의해 제1 웨이퍼(160a) 상부에 존재하는 과잉의 제1 반응기체는 제거되어 진다.(도 10b 참조)

회전 디스크(170)가 45도의 위치에서 시계방향으로 돌아 90도의 위치에 도달하면, 제1 웨이퍼(160a)는 제2 반응기체와 다시 반응을 하게 된다. 이는 제2 반응기체 분사기(132)가 위치해 있는 곳에 제1 웨이퍼(160a)가 회전하여 도달했기 때문이다.(도 10c 참조)

회전 디스크(170)가 90도의 위치에서 시계방향으로 다시 돌아 135도의 위치에 도달하게 되면, 제1 웨이퍼(160a)는 불활성 기체에 의해 제1 웨이퍼(160a)의 상부에 존재하는 과잉의 제2 반응기체는 제거되어 진다. 이는 불활성 기체 분사기(134)가 위치한 곳에 제1 웨이퍼(160a)가 회전하여 도달했기 때문이다.(도 10d 참조)



이와 같은 방식으로 회전 디스크(170)가 회전함에 따라 제1 반응기체와 제2 반응기체가 웨이퍼상에 교번적으로 공급되어진다.

또한, 제2 웨이퍼(160b), 제3 웨이퍼(160c) 및 제4 웨이퍼(160d)도 상기 제1 웨이퍼(160a)와 마찬가지로 동일한 방식으로 웨이퍼상에 제1 및 제2 반응기체가 교번적으로 공급되어진다.

상기와 같은 방식으로 각 웨이퍼가 180도 회전을 하게 되면 원자층 증착방법에서 한 사이클을 구현하게 되며, 상기 사이클의 반복함으로써 웨이퍼상에 원하는 두께의 박막을 증착할 수 있는 것이다.

#### 발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치 및 방법은 가스 공급라인상의 밸브를 제어하는 것이 아니라 웨이퍼가 안착된 디스크의 회전 속도와 반응기체 분사기의 설치 간격과 설치수 및 디스크 회전에 의한 박막 증착공정의 사이클 반복 횟수를 조절함으로써 종래의 밸브 제어를 통해 박막을 증착하는 원자층 증착장치에 있어서의 밸브의 수명단축에 따라 발생하는 비용증가 및 장비 셧다운 등의 문제점을 해결할 수 있다.

또한 본 발명의 원자층 증착 장치는 다수의 반응기체를 사용하는 경우에도 기존의 원자층 증착장치가 가지는 복잡한 가스라인과 다수의 밸브 중설이 아닌, 각각 반응기체에 해당하는 기체 분사기를 설치함으로써 반응기체의 종류 및 수에 아무런 제한을 받지 않는다.

또한, 본 발명은 원격 플라즈마 발생장치로부터 여기된 크리닝 가스가 에너지를 잃지 않고, 반응실까지 연속적으로 고르게 공급됨으로 인하여 인-시튜 크리닝 효과를 개선할 수 있으며, 다수의 기체 공급 장치중 일부를 통하여 연속적 또는 불연속적으로 원격 플라즈마 발생장치에서 발생한 여타의 반응 기체를 공급하여 공정 중에 생성된 박막내의 불순물을 제거할 수 있다. 나아가, 본 발명의 기체 공급부에 연결된 원격 플라즈마 발생장치를 이용하여 공정 진행 전 웨이퍼 표면을 소프트 크리닝 할 필요성이 있을 경우, 원격 플라즈마 발생장치를 이용하여 각종 크리닝 가스를 여기시킴으로써 용이하게 실현할 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

증착반응이 이루어지도록 내부에 반응실을 형성하는 하우징과,

상기 하우징 내부에 설치되어 웨이퍼가 수용된 다수의 서셉터를 상부에 안착시켜 이동시키는 회전 디스크부와,

상기 회전디스크부의 상부에 위치하며 다수의 반응기체 분사기와 불활성 기체 분사기가 교번적으로 설치되어 웨이퍼가 수용된 상기 반응실내로 기체를 공급하는 부위로서, 상기 각 기체 분사기는 웨이퍼의 크기에 맞추어 일정한 길이와 폭을 가진 막대형의 부재로 형성되며, 길이 방향을 따라 기체가 분사되는 공간인 분사홀이 형성된 구조의 기체 공급부와,

상기 회전 디스크부의 주위로 형성된 기체 배출부와,

상기 기체 공급부에 연결된 원격 플라즈마 발생기를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치.

##### 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치는 다수의 반응기체 분사기와 불활성 기체 분사기가 교번적으로 설치된 기체 공급부의 중앙부에 불활성 기체를 공급하는 분사기가 더 포함되는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치.

##### 청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 기체 공급부는 반응기체 또는 불활성 기체를 분사하는 다수의 기체 분사기와, 상기 각 기체 분사기를 수용하는 홀이 상부에 형성되어 있고 상기 하우징의 상부에 결합되는 상부 패널로 이루어지며, 상기 상부 패널상에 수용되는 다수의 기체 분사기는 그 하부의 웨이퍼와 대응되는 위치에 설치되는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치.

##### 청구항 4.

제 1 항에 있어서,



상기 교번적으로 설치된 기체 분사기는 8개의 구성부재로 형성되며, 각 단위 기체 분사기들은 그 중심부를 축으로 서로 대향되게 설치된 것을 특징으로 하는 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치.

#### 청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 각 단위 기체 분사기는 그 가장자리를 따라 단위 기체 분사기를 고정하는 고정 나사홈이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치.

#### 청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 각 단위 분사기에 형성된 홈은 상부의 제1 분사홈, 상기 제1 분사홈과 연결되어 분사기 내측 중간부에 형성된 제2 분사홈 그리고 최하단부에 제3 분사홈으로 이루어지되, 유입기체의 빠른 속도를 감소시킬 수 있도록 상기 제2 분사홈은 상기 제1 분사홈의 크기보다 더 큰 형상으로 형성된 것을 특징으로 하는 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치.

#### 청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 단위 반응기체 분사기의 반응실과 접하는 저부면은 보다 큰 증착속도를 얻기 위해 내측으로 굴곡진 형상의 만곡부가 구비된 것을 특징으로 하는 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치.

#### 청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 단위 불활성기체 분사기의 반응실과 접하는 저부면은 불활성기체 공급 주입구와 웨이퍼 사이의 간격을 좁혀 불활성 기체의 효율을 높일 수 있도록 평탄한 구조로 형성한 것을 특징으로 하는 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치.

#### 청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상기 형성하고자 하는 원자층 증착 박막이 실리콘 산화막인 경우 실리콘 소스로  $\text{HCD}(\text{Si}_2\text{Cl}_6)$ ,  $\text{DCS}(\text{SiCl}_2\text{H}_2)$ ,  $\text{TICS}(\text{Si}(\text{NCO})_4)$ ,  $\text{SiH}_4$ , TEOS 중 임의의 어느 하나를, 산소소스로  $\text{H}_2\text{O}$  또는  $\text{O}_3$  를, 촉매로 Pyridine 을 각각 사용하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 원자층 형성방법.

#### 청구항 10.

제 1 항 내지 제 10 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 원자층 증착장치를 이용하여 웨이퍼상에 원자층 박막을 형성하는 방법에 있어서,

박막을 증착하고자 하는 다수개의 웨이퍼를 반응실 내부로 이송하여 각 웨이퍼 서셉터에 안착시키는 단계와,

반응실내의 온도를 조절하여 증착공정 온도를 유지하는 단계와,

상기 웨이퍼가 안착된 각 서셉터를 회전시키는 단계와,

반응기체와 불활성 기체를 공급하여 상기 각 웨이퍼의 상부 표면에 박막을 증착하는 단계와,

박막 증착이 완료된 웨이퍼를 외부로 이송시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 원자층 증착 방법.

#### 청구항 11.

제 11 항에 있어서,

원자층 증착 장치내에 증착되어지는 막을 제거하기 위한 크리닝 공정을 박막 증착후의 단계에서 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 원자층 증착 방법.

## 청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 크리닝 소스로 할로젠화합물, 여러 기체를 사용한 직접 플라즈마, 원격 플라즈마 중 임의의 어느 하나를 사용하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 원자층 증착방법,

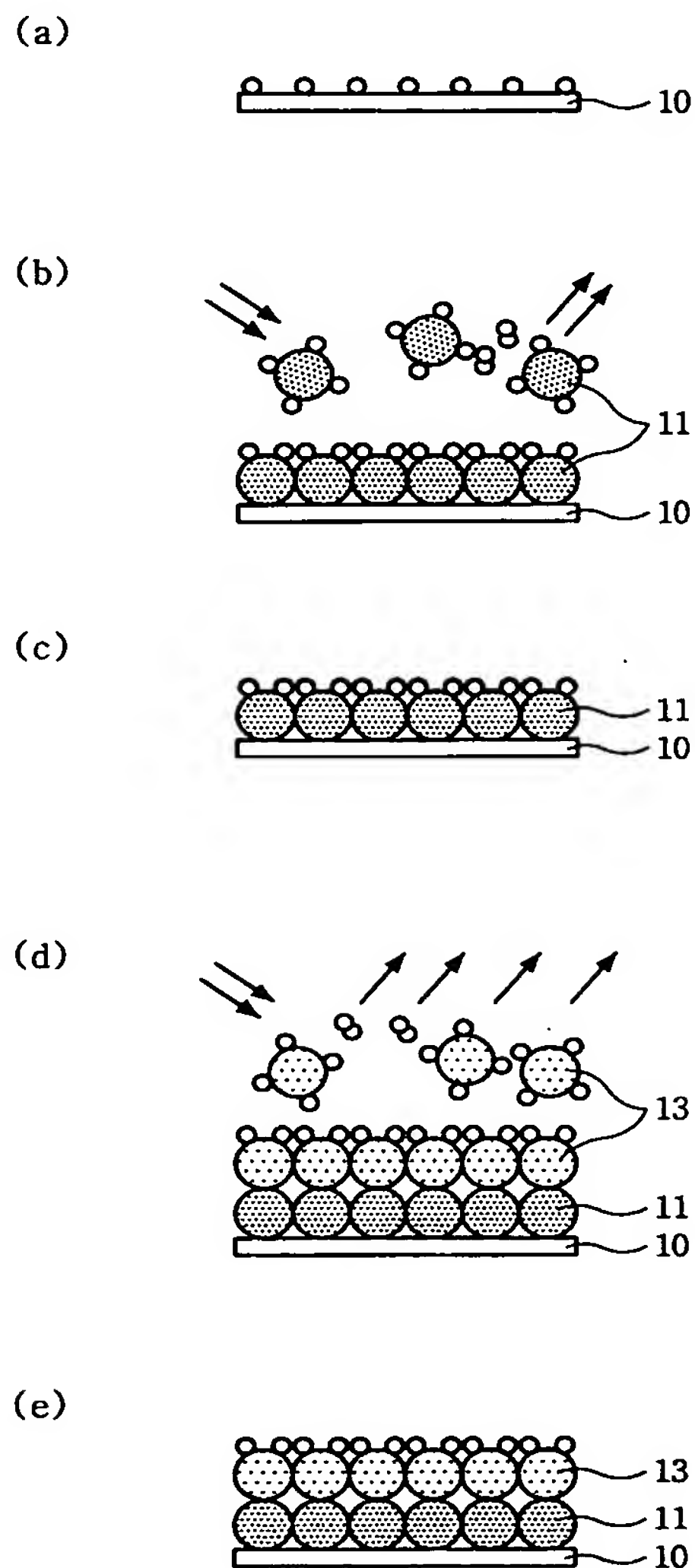
## 청구항 13.

제 11 항에 있어서,

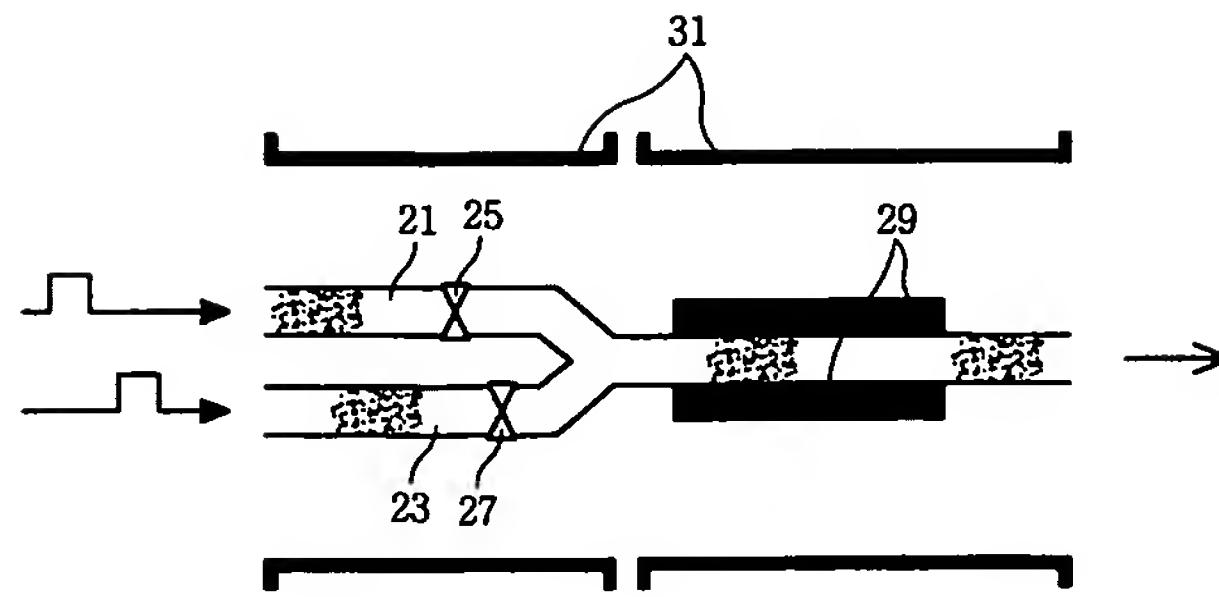
상기 서셉터의 회전속도는 5 rpm~200 rpm 로 하고, 원자층 증착장치의 반응기 내부의 압력은 5mTorr ~100 Torr. 로 유지하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 원자층 증착방법.

도면

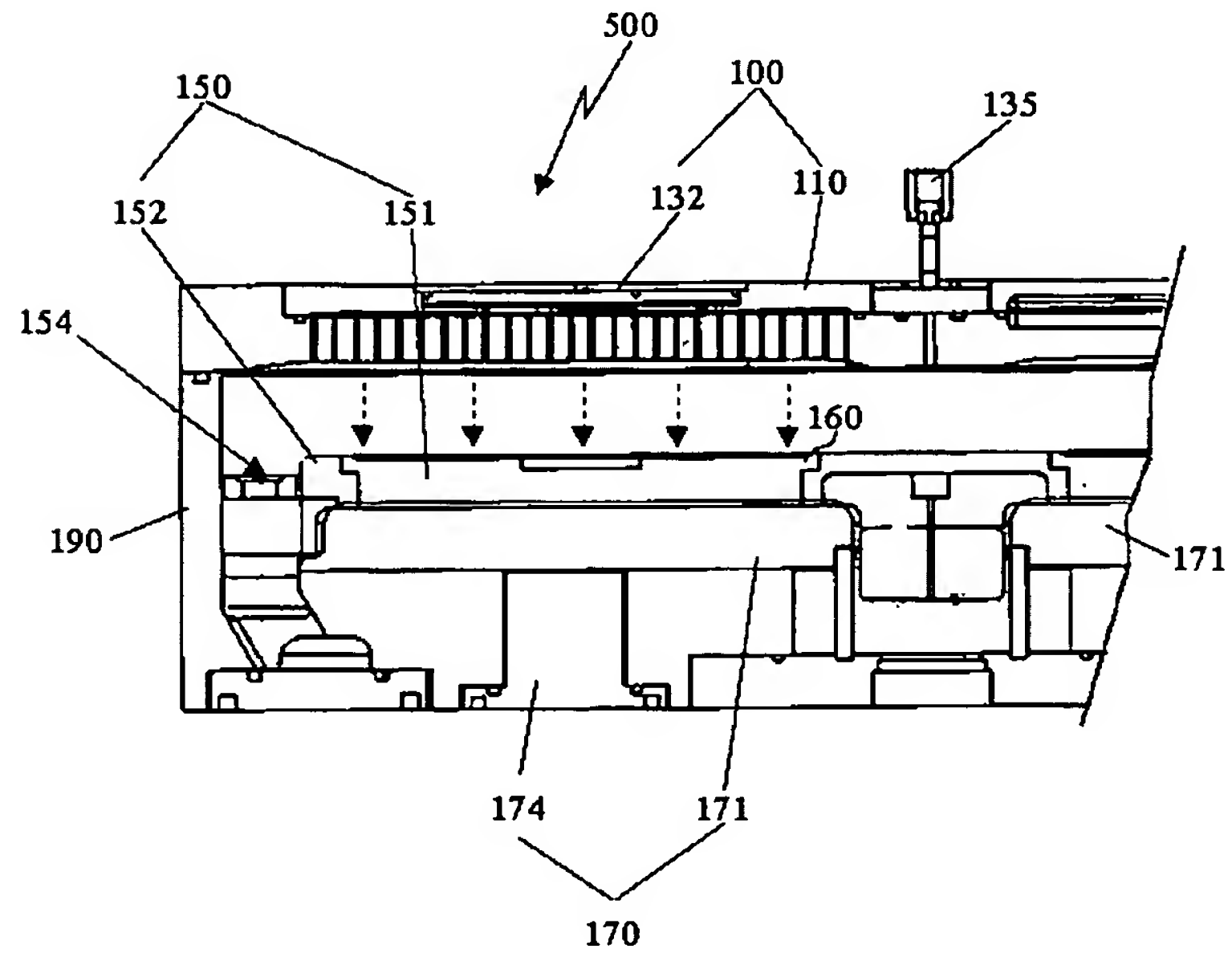
도면1



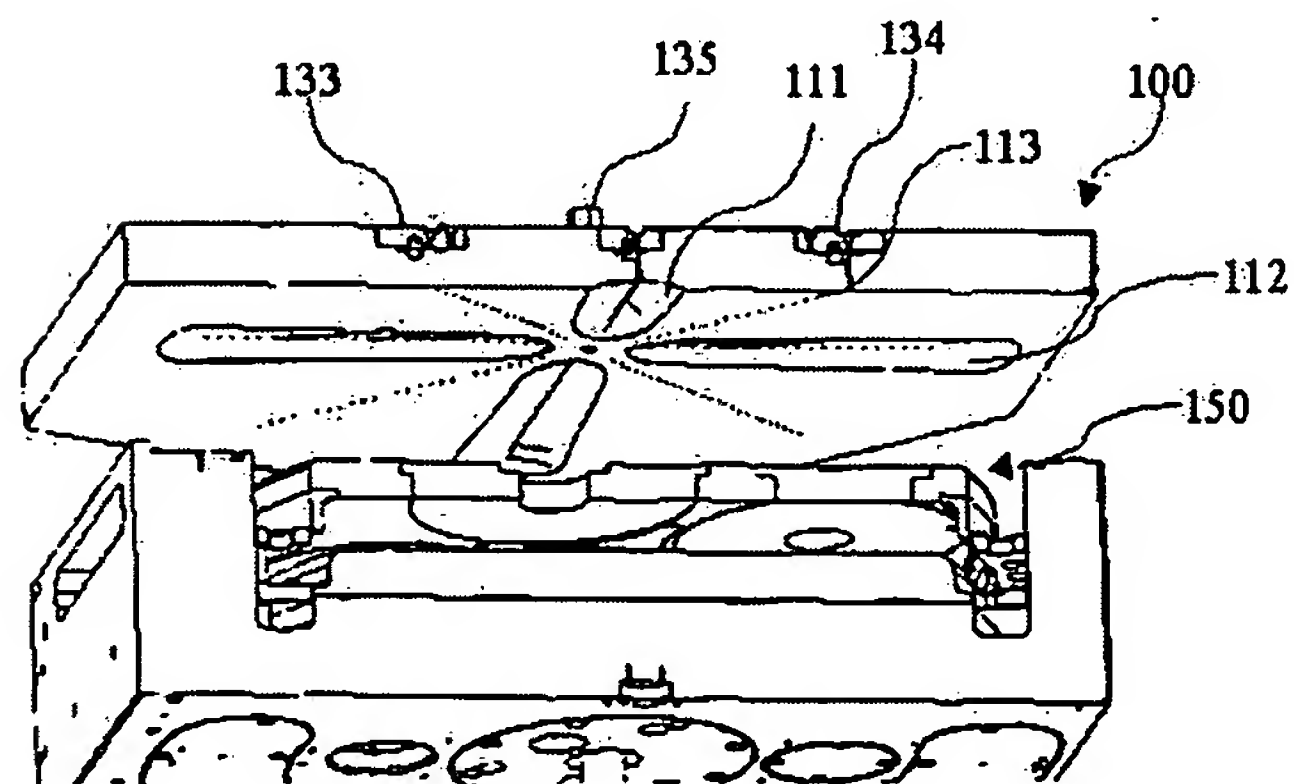
도면2



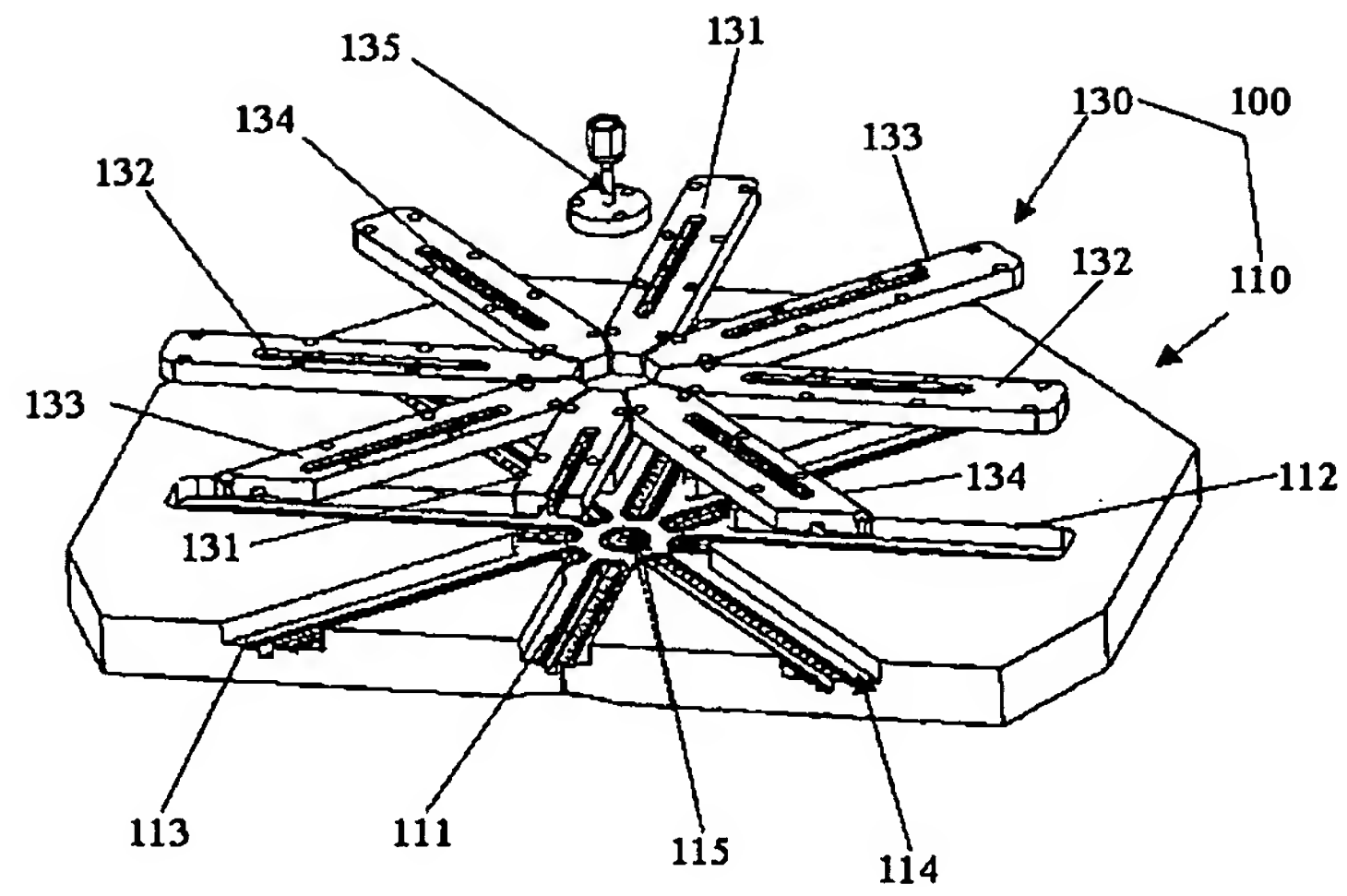
도면3



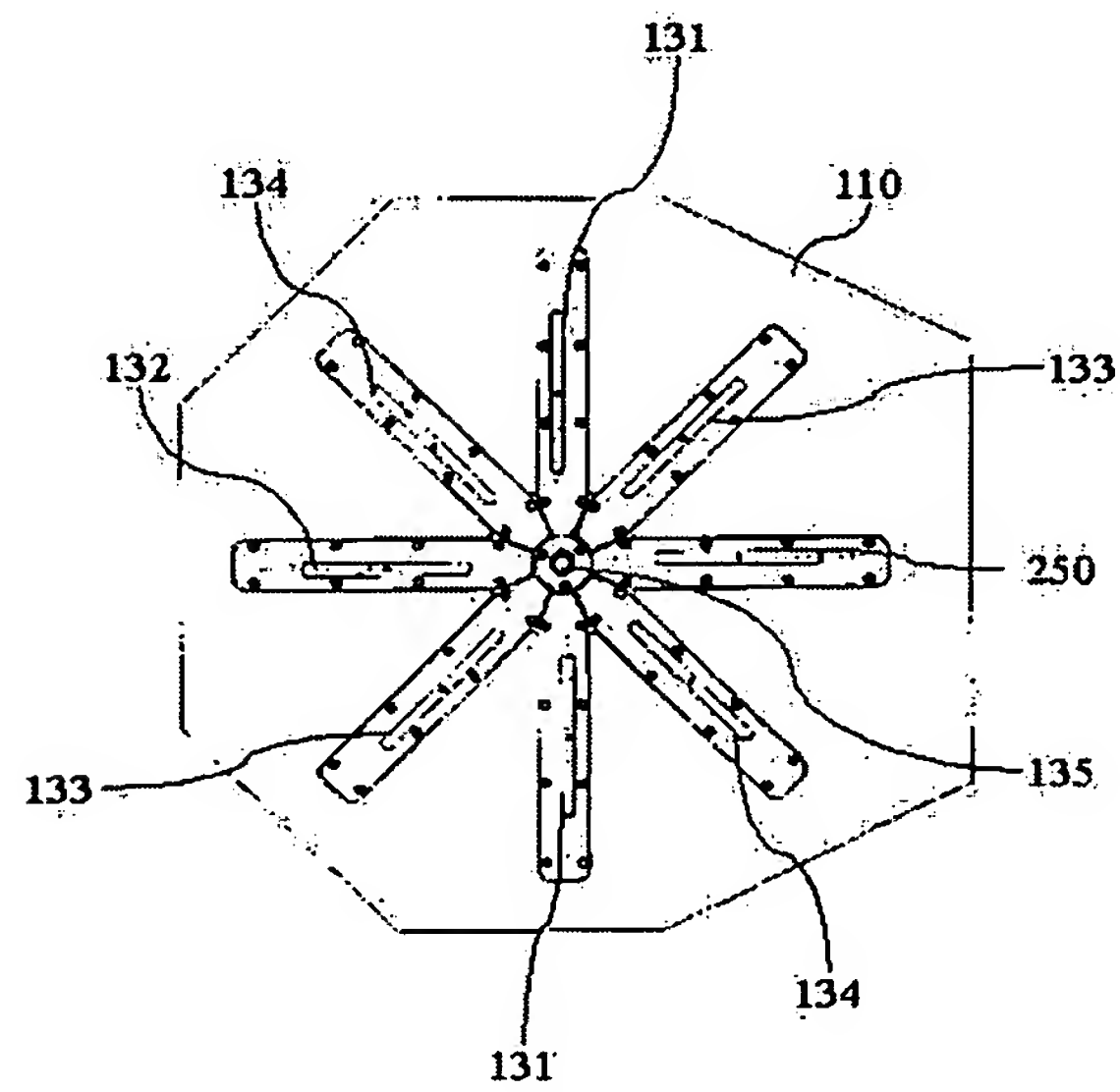
도면4



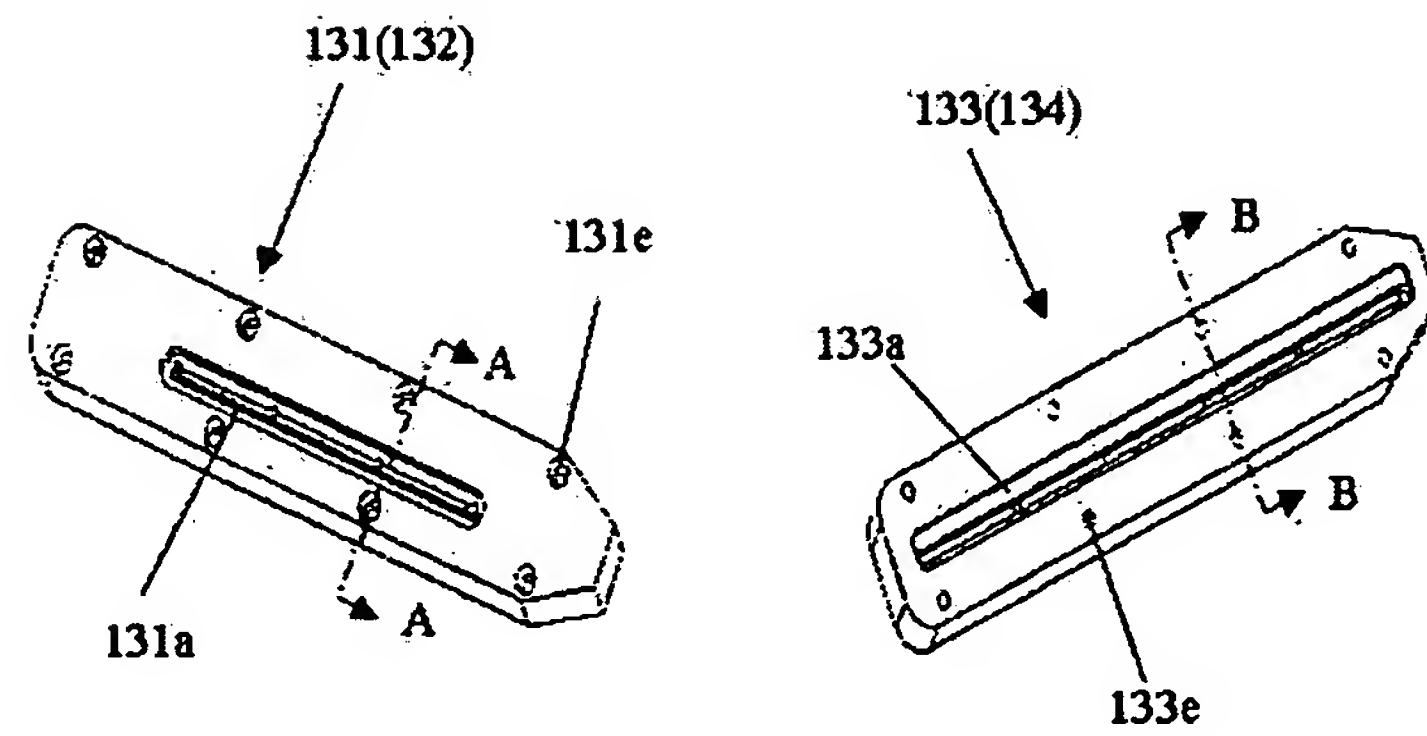
도면5



도면6

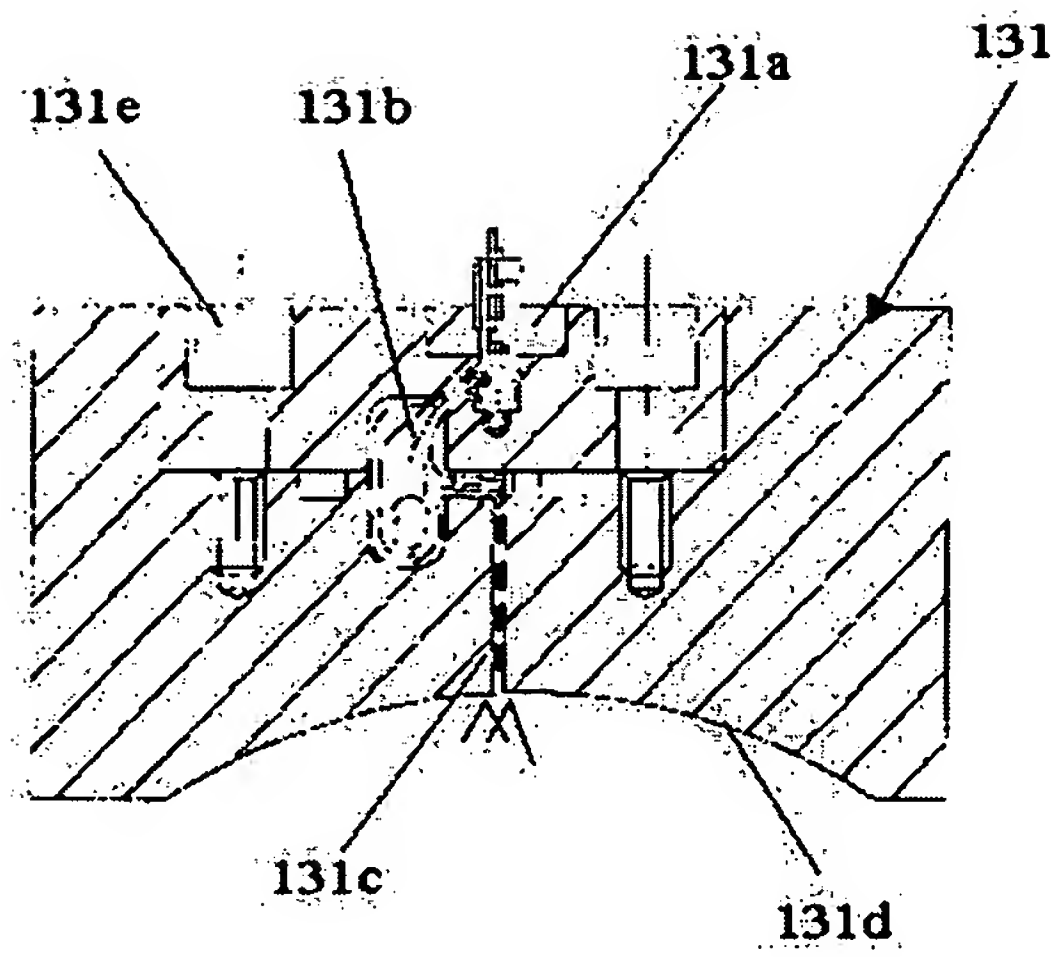


도면7

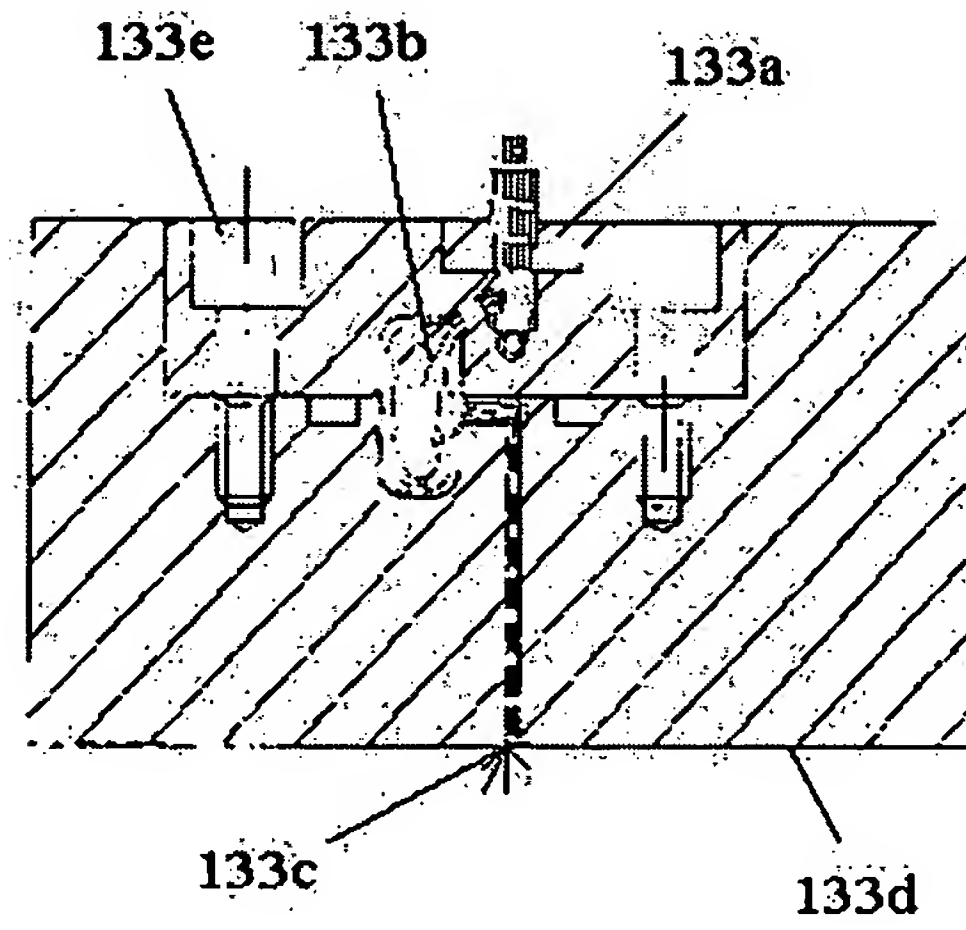




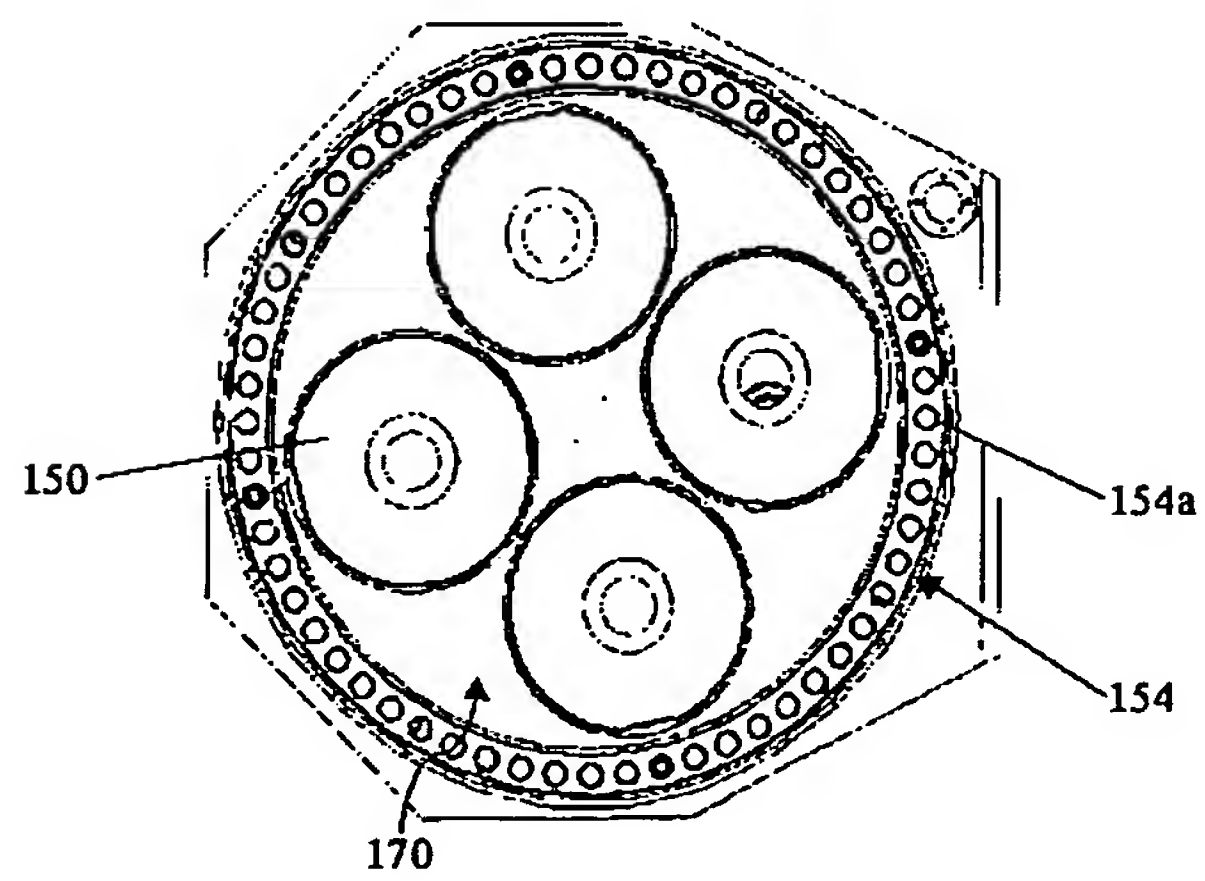
도면8a



도면8b

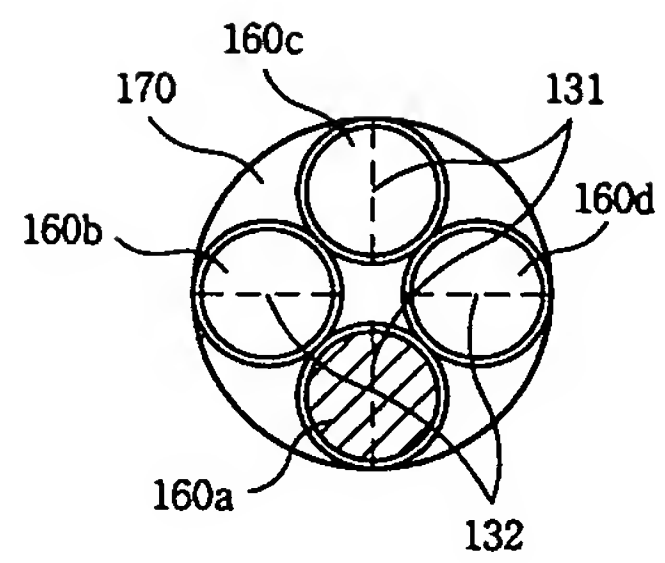


도면9



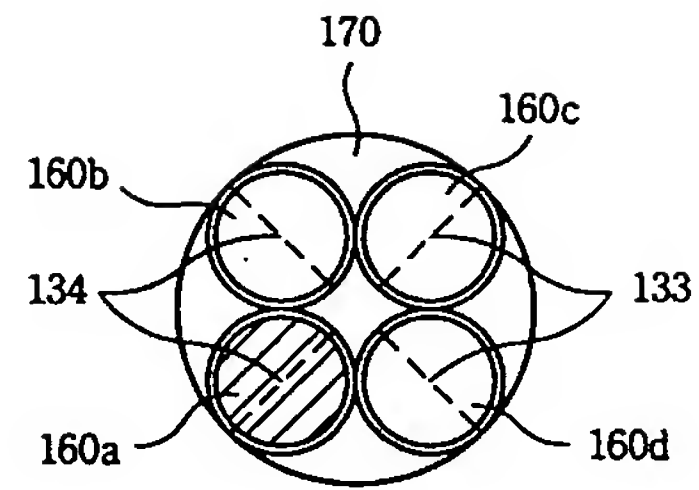
도면10

(a)



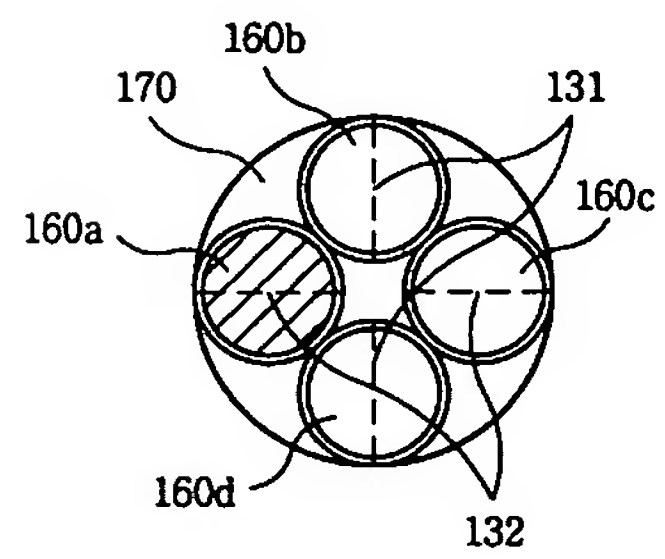
<회전디스크(170) 0도의 위치>

(b)



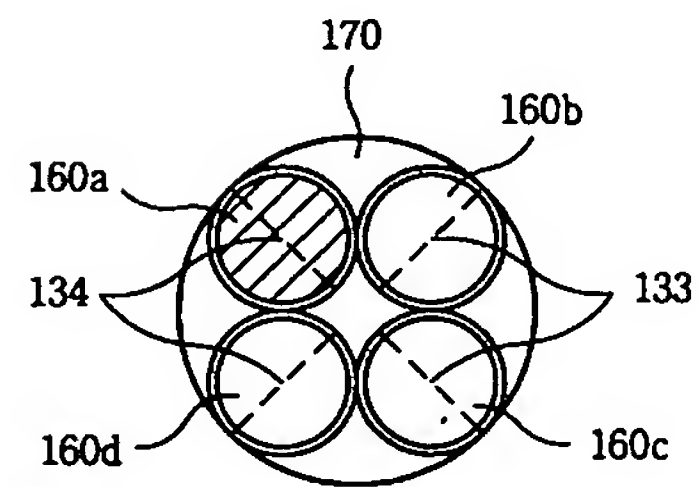
<회전디스크(170) 45도의 위치>

(c)



<회전디스크(170) 90도의 위치>

(d)



<회전디스크(170) 180도의 위치>